

Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach: Case Study in Cement Industry Control Room

Babaei Pouya A¹, Hazrati S², Mosavianasl Z³, Habibi E*⁴

1. Instructor, Faculty of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

2. Associate, Faculty of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

3. M.Sc, Faculty of Health, Ahvaz University of Medical Science, Ahvaz, Iran.

4. Associate, Faculty of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +983137923258, Fax: +983137923258, E-mail: habibi@hlth.mui.ac.ir

Received: Jun 10, 2016

Accepted: Oct 2, 2016

ABSTRACT

Background & objectives: In total, 80% of accidents results from human errors. Preventing and reducing the number of accidents requires reduction in human errors. The most commonly used method for identifying human error is SHERPA (Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach). The purpose of this study was to evaluate the human errors in tasks of a cement factory control room staffs using this technique.

Methods: In this case study research all tasks of "chief engineer", supervisor, and shift operator in the control room were studied. Hierarchical tasks analysis of tasks and sub-tasks was performed and then variety of errors was examined using SHERPA technique and their risk levels were determined.

Results: The findings from the HTA technique include 20 main task and 77 sub-tasks. Generally, out of 155 errors detected by SHERPA, 49.68% was related to "Action error" which is the highest error type.

Conclusions: The studied risk levels showed that 72.9% errors related to "acceptable risk level without revision" and 16.13% to "unfavorable risk level". In this study, the most important and prone to human error tasks were identified as "supervision on problem solving by supervisor", "removal of warning signs by operator" and "adoption of a methodology on abnormal situations by chief engineer".

Keywords: Control Room; Human Error; SHERPA.

رویکرد سیستماتیک پیش بینی و کاهش خطای انسانی: مطالعه موردی در اتاق کنترل صنعت سیمان

امین بابائی پویا^۱، صادق حضرتی^۲، زینب موسویان اصل^۳، احسان الله حبیبی^۴*

۱. مربی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ۲. دانشیار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل
۳. کارشناس ارشد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور ۴. دانشیار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۳۱۳۷۹۲۳۲۵۸ فکس: ۰۳۱۳۷۹۲۳۲۵۸ ایمیل: habibi@hlth.mui.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: در مجموع ۸۸ درصد از حوادث به دلیل خطای انسانی رخ می‌دهد. پیشگیری و کاهش در تعداد حوادث نیاز به کاهش در خطای انسانی دارد. از پرکاربردترین روش‌های شناسایی خطای انسانی، روش سیستماتیک پیش بینی و کاهش خطای انسانی SHERPA می‌باشد. هدف این مطالعه ارزیابی خطاهای انسانی و وظایف کارکنان اتاق کنترل کارخانه سیمان با این تکنیک می‌باشد.

روش کار: مطالعه حاضر یک پژوهش موردی می‌باشد. کلیه وظایف سرمهندس، سرپرست و اپراتور نوبت کار که در اتاق کنترل مشغول کارند مورد مطالعه قرار می‌گیرد. تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف بصورت وظیفه و زیر وظیفه انجام گرفته و سپس با استفاده از تکنیک SHERPA انواع خطاها را مورد بررسی قرار داده و سطح ریسک آنها تعیین می‌گردد.

یافته‌ها: یافته‌های حاصل از تکنیک HTA شامل ۲۰ وظیفه اصلی Task و ۷۷ زیر وظیفه subtask می‌باشد. در مجموع نوع خطاهای شناسایی شده بدین صورت می‌باشد که از ۱۵۵ خطای شناسایی شده، ۴۹/۶۸ درصد مربوط به خطای عملکردی با بیشترین نوع خطا می‌باشد.

نتیجه‌گیری: سطح ریسک مورد مطالعه نشان داد که ۷۲/۹ درصد مربوط به «سطح ریسک قابل قبول بدون تجدید نظر» و ۱۶/۱۳ درصد مربوط به سطح ریسک نامطلوب می‌باشد. در این مطالعه مهمترین و مستعدترین وظایف شغلی نسبت به بروز خطای انسانی «نظارت سرپرست بر رفع خطاها»، «رفع نشانه‌های اخطاردهنده توسط اپراتور» و «اتخاذ روش توسط سرمهندس در مورد موقعیت‌های غیرعادی» شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: اتاق کنترل، خطای انسانی، SHERPA

پذیرش: ۹۵/۷/۱۱

دریافت: ۹۵/۳/۲۱

مقدمه

که علت بیش از نیمی از حوادث ناگوار، خطای انسانی می‌باشد (۵،۶). امروزه کارخانجات از اتوماسیون پیشرفته و تجهیزات کنترل پیچیده برای مدیریت ایمنی و پیشگیری از حوادث استفاده می‌کنند (۷). در مجموع ۸۸ درصد از حوادث به دلیل خطای انسانی، ۱۰ درصد به دلیل عوامل مربوط به ماشین آلات، و ۲ درصد به سایر عوامل بستگی دارد (۸). پیشگیری و کاهش در تعداد حوادث نیاز به کاهش در خطای

صنعت سیمان یکی از صنایع اساسی است که نقش مهمی در اقتصاد ملی کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کند (۱،۲). اپراتورهای اتاق کنترل در صنایع اغلب مسئول تجهیزات گران قیمت و سلامتی و ایمنی کارگران می‌باشند (۳). این مسئولیت منجر به ایجاد استرس و افزایش احتمال بروز خطای انسانی در عملکرد آنان می‌گردد (۴). تحقیقات نشان داده است

بررسی قرار می‌دهد. هدف این مطالعه تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف کارکنان اتاق کنترل کارخانه سیمان بصورت وظیفه و زیر وظیفه بوده و سپس ارزیابی خطاهای انسانی با تکنیک SHERPA می‌باشد.

روش کار

مطالعه حاضر یک پژوهش موردی می‌باشد. کلیه وظایف سرمهندس، سرپرست و اپراتور نوبت کار که در اتاق کنترل مورد مطالعه قرار گرفت. با کمک سرپرست شیفت، مشاهده مستقیم فعالیت اپراتورها، مطالعه گزارش‌های روزانه، لیست وقایع و رویدادهایی که به وقوع پیوسته، کل وظایف و کل زیر وظایف اپراتور شناسایی شده و در قالب فلوجارت HTA (تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی) به شکل نمودار نشان داده شد. تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی HTA معروف ترین تکنیک آنالیز وظیفه می‌باشد (۲۰). برای ارزیابی خطاهای انسانی و ارزیابی قابلیت اطمینان انسان HRA از تکنیک SHERPA طبق مراحل‌های زیر عمل گردید.

مرحله ۱. تحلیل سلسله مراتبی وظیفه^۶: وظیفه مورد بررسی به جزییات و زیروظیفه‌های لازم برای انجام آن فعالیت تجزیه می‌گردد (۱۰).

مرحله ۲. طبقه بندی وظیفه^۸: هر مرحله وظیفه جهت طبقه‌بندی خطا به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود: - اقدام (عمل)^۹: افزایش یا کاهش دما، بازکردن یا بستن کلید. تکمیل دفتر گزارش روزانه؛

- بازیابی^{۱۰}: دریافت اطلاعات از طریق مانیتور یا اپراتور محلی، دستورالعمل.

- بررسی کردن^{۱۱}: نظارت و پیگیری یک روند بررسی.

انسانی دارد (۹،۱۰). از سال ۱۹۵۰ خطاهای انسانی مورد توجه مطالعات ایمنی سیستم‌های صنعتی قرار گرفت. در ۱۹۶۰، آکادمی علوم فرانسه قابلیت اطمینان انسان را به عنوان یک رشته متعلق به علوم مهندسی پذیرفت و روش‌هایی برای پیش بینی خطای انسانی در سال ۱۹۶۴ ایجاد کرد (۱۱). HTA^۱ یک نوع تحلیلگر وظایف است که بر وظیفه کلی یک فعالیت پیچیده تمرکز دارد. وظایف اصلی را به زیر وظایف مورد نیاز برای رسیدن به هدف کلی تجزیه می‌کند. تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف اغلب پایه ای برای تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی یا تحلیل آگاهی از وظایف بکار می‌رود (۱۲). برای آنالیز وظیفه کارکنان اتاق کنترل از HTA استفاده می‌شود (۱۳). تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف روشی عینی برای شناسایی و توصیف روند و مراحل رسیدن به اهداف است و همچنین روش تجزیه سلسله مراتبی از وظایف و زیر وظایف و بیان ارتباط میان این وظایف است (۱۴). از پرکاربردترین روش‌های شناسایی خطای انسانی، روش سیستماتیک پیش بینی و کاهش خطای انسانی SHERPA^۲ می‌باشد که توسط امبری^۳ در سال ۱۹۸۶ ایجاد شد (۱۵). از برخی مواد کاربرد SHERPA می‌توان به شناسایی خطای انسانی پرکردن کالر در یک تانکر جاده ای (۱۶)، شناسایی خطاهای انسانی در طول جراحی لاپاروسکوپی (۱۷)، تجزیه و تحلیل خطاهای خلبان هواپیما اشاره نمود (۱۸). در این روش انواع خطاهای شناسایی شده بر اساس هر دو روش SRK^۴ و سیستم مدلسازی عمومی خطا GEMS^۵ می‌باشد (۱۹). تکنیک SHERPA خطا در عمل، خطای بازرسی، خطای بازیابی، خطای ارتباطی و خطای انتخاب را مورد

^۶ Human Reliability Assessment

^۷ Analysis –HTA

^۸ Task classification

^۹ Action

^{۱۰} Retrieval

^{۱۱} Checking

^۱ Hierarchical Task Analysis Technique

^۲ Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach

^۳ Embrey

^۴ Skill, Rule and Knowledge based Error

^۵ Generic Error Model System

- انتخاب^۱: انتخاب یک راه حل با توجه دستورات مسوول بالاتر.

- تبادل اطلاعات^۲: مذاکره با واحدهای محیطی

مرحله ۳. شناسایی خطای انسانی^۳: در این مرحله توسط جدول ۱ انواع خطاهای انسانی ممکن بررسی می شود.

- خطای عملکردی^۴: عمل سروق و صحیح انجام نمی گیرد.

- خطای بازیابی^۵: اقدام آنی بعد از مشکل برای برگشت به حالت نرمال.

- خطای بازدید^۶: بررسی سروق و صحیح انجام نگیرد.

- خطای انتخاب^۷: مرحله، بخش و آیتی به اشتباه انتخاب شود یا فراموش گردد.

- خطای ارتباطاتی^۸: اطلاعات به درستی دریافت نمی شود.

مرحله ۴. تجزیه و تحلیل نتایج^۹: مطالعه و بررسی نتایج هر خطا.

مرحله ۵. تجزیه و تحلیل بازیابی^{۱۰}: روش های جلوگیری از بروز خطا بیان می شود.

مرحله ۶. ارزیابی ریسک خطاها: طبق جدول ۲ خطاهای شناسایی شده براساس احتمال و شدت ارزیابی می گردد.

مرحله ۷. راهکارهای اصلاحی^{۱۱}: راهکارهای کاهش خطا (تجهیزاتی، آموزشی، دستورالعمل ها، مدیریتی و سازمانی) پیشنهاد می شود (۱۵-۱۱). به منظور رسیدن به اهداف مطالعه تکنیک اجرا، تعداد، نوع خطا

¹ Selection

² Information Communication

³ Human Error Identification

⁴ Error Action

⁵ Retrieval Error

⁶ Checking Error

⁷ Selection Error

⁸ Communication Error

⁹ Analysis

¹⁰ Recovery Analysis

¹¹ Remedy Analysis

و سطح ریسک بدست آمده و راه حل های کنترلی پیشنهاد گردید.

یافته ها

پس از آنالیز شغل و شناسایی خطا در وظایف مربوطه، تعداد و نوع خطا برای وظایف مختلف تعیین و سطح ریسک آنها مشخص شد (۲۱). یافته های حاصل از تکنیک HTA شامل ۲۰ وظیفه اصلی^{۱۲} و ۷۷ زیروظیفه^{۱۳} می باشد که این تعداد به تفکیک وظایف شغل های مورد بررسی برای سرمهندس شیفت ۸ وظیفه اصلی و ۲۹ زیر وظیفه (نمودار ۱)، سرپرست شیفت ۶ وظیفه اصلی و ۲۵ زیروظیفه (نمودار ۲) و اپراتور اتاق کنترل مرکزی ۶ وظیفه و ۲۳ زیروظیفه (نمودار ۳).

نوع خطاهای شناسایی شده برای هر شغل بدین صورت می باشد:

- سرمهندس شیفت با ۵۹ خطا که ۵۲/۵۴ درصد از نوع خطای عملکردی

- سرپرست شیفت : ۵۱ خطا که ۴۷/۰۵ درصد از نوع خطای عملکردی

- اپراتور اتاق کنترل مرکزی: ۴۵ خطا که ۴۸/۸۸ درصد از نوع خطای عملکردی

در مجموع نوع خطاهای شناسایی شده بدین صورت می باشد که از ۱۵۵ خطای شناسایی شده ۴۹/۶۸ درصد مربوط به خطای عملکردی با بیشترین نوع خطا و خطای بازیابی با ۶/۴۵ درصد کمترین نوع خطا می باشد. بیشترین خطاهای شناسایی شده بر حسب نوع وظیفه مربوط به «نظارت سرپرست بر رفع خطاها»، «رفع نشانه های اخطاردهنده توسط اپراتور» و «اتخاذ روش توسط سرمهندس در مورد موقعیت های غیرعادی» می باشند (جدول ۳ و ۴).

¹² Task

¹³ Subtask

جدول ۱. چک لیست انواع خطاهای انسانی در روش SHERPA

نوع خطا	شناسه خطا	توصیف خطا
خطاهای عملکردی (Action errors)	A1	عمل خیلی زود یا دیر انجام شود
	A۲	عمل مورد نظر بيموقع انجام شود
	A3	عمل مورد نظر در جهت اشتباه انجام شود
	A4	عمل کمتر، یا بیش از حد لازم انجام شود
	A5	عمل تغییر انجام می شود
	A6	عمل صحیح بر روی گزینه اشتباه انجام شود
	A7	عمل اشتباه بر روی گزینه صحیح انجام شود
	A8	انجام عمل مورد نظر فراموش شود
	A9	عمل به طور ناقص انجام می شود
	A10	عمل اشتباه بر روی گزینه اشتباه انجام می شود
خطای بازديد (Checking Errors)	C1	بررسی فراموش می شود
	C2	بررسی به طور ناقص انجام می شود
	C3	بررسی صحیح بر روی گزینه اشتباه انجام می شود
	C4	بررسی اشتباه بر روی گزینه صحیح انجام می شود
	C5	بررسی در زمان نامناسب انجام می شود
	C6	بررسی اشتباه بر روی گزینه اشتباه انجام می شود
خطای بازیابی (Retrieval Errors)	R1	اطلاعات لازم در دسترس نیست
	R2	اطلاعات به صورت اشتباه ارائه شده است
	R3	بازیابی اطلاعات ، ناقص انجام می شود
خطای ارتباطاتی (Communication errors)	I1	تبادل اطلاعات صورت نمی گیرد
	I2	اطلاعات اشتباه تبادل می شود
	I3	تبادل اطلاعات به طور ناقص انجام می گیرد
خطای انتخاب (Selection Error)	S1	انتخاب حذف می شود
	S2	انتخاب اشتباه انجام می شود

جدول ۲. محاسبه امتیاز سطح ریسک

شدت خطر				
فاجعه بار ۱	بحرانی ۲	مرزی ۳	جزئی ۴	
1A	2A	3A	4A	مکرر A
1B	2B	3B	4B	محتمل B
1C	2C	3C	4C	گاه به گاه C
1D	2D	3D	4D	خیلی کم D
1E	2E	3E	4E	غیرمحتمل E
غیر قابل قبول: 1A,2A,3A,1B,2B,1C نامطلوب: 3B,3C,2C,2D,1D				
قابل قبول با تجدید نظر: 4A,4B,3D,3E,2E,1E قابل قبول بدون تجدید نظر: 4C,4D,4E				

جدول ۳. برگه کار SHERPA برای وظیفه اتخاذ تصمیم در مورد موقعیت غیرعادی (سرمهندس)

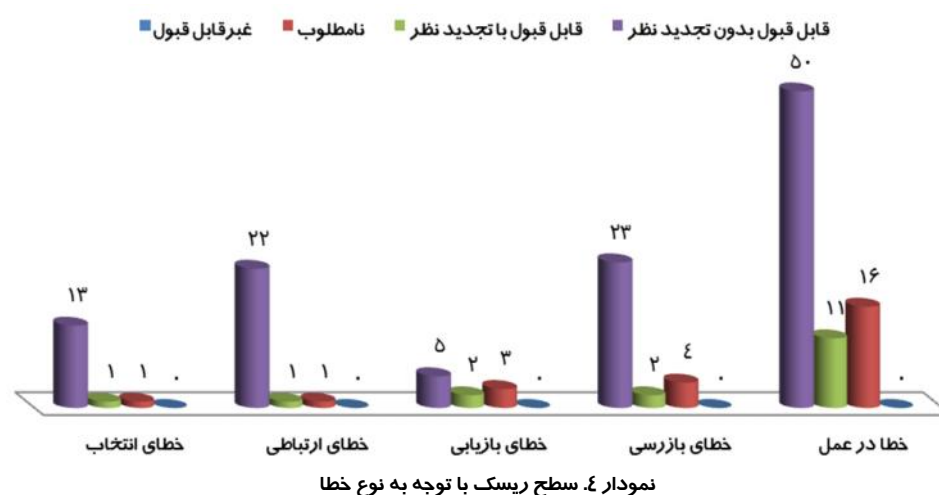
برگه کار SHERPA						
نام وظیفه شغلی اصلی : اتخاذ تصمیم در مورد موقعیت غیرعادی (سرمهندس)						
ردیف	وظیفه شغلی	نوع خطا	توصیف خطا	پیامد ناشی از خطا	سطح ریسک	راهکار کنترلی
۱	بررسی دقیق شرایط غیر نرمال	C2/C5	- بررسی شرایط غیر نرمال به طور ناقص انجام می شود - بررسی شرایط غیر نرمال در زمان نامناسب انجام می شود	- افزایش دمای کوره و سوختن آجر سفال داخل کوره - کاهش دمای کوره خروج مواد اولیه بدون ترکیب و پخت مناسب	D4	پیش بینی سیستم مونیتورینگ مختص سرمهندس شیفت
۲	تصمیم گیری در مورد راه های رفع مشکل به همراه اپراتور	S2	- انتخاب راه حل رفع مشکل اشتباه انجام می شود	- کاهش بارگیری باعث افزایش دمای کوره و سوختن سفال پوشش کوره - بارگیری بیش از ظرفیت کوره باعث افت دمای کوره و خروج مواد اولیه بدون پخت مناسب	D4	تدوین دستورالعمل شرایط اضطراری
۳	تماس تلفنی با مدیر تولید و هماهنگی تصمیمات	R2/R3	- اطلاعات توسط مدیر تولید به صورت اشتباه ارائه شده است - بازیابی اطلاعات از مدیر تولید ناقص انجام می شود	هدر رفت انرژی و تاخیر در تولید	D3	پیش بینی سیستم مونیتورینگ مختص مدیر تولید (بصورت آنلاین و اینترنتی)
۴	هماهنگی با واحدهای دیگر (تیم عملیاتی) جهت رفع مشکل	I2/I3	- اطلاعات اشتباه تبادل می شود - تبادل اطلاعات به طور ناقص انجام می گیرد	اقدام اشتباه خسارت به کوره و کاهش کیفیت	C4	تدوین دستورالعمل و آموزش اختصاصی برای تیم عملیاتی
۵	پیگیری و نظارت تا پایان کامل رفع مشکل	A1/A2 A8/A9	- پیگیری و نظارت خیلی زود یا دیر انجام شود - پیگیری و نظارت بيموقع انجام شود - پیگیری و نظارت فراموش شود - پیگیری و نظارت به طور ناقص انجام می شود	عدم رفع مشکل و هدر رفت انرژی و کاهش تولید	C3	تدوین برنامه و چکاپ زمانی برای پیگیری و نظارت مستمر برای سرمهندس شیفت

جدول ۴. تعداد خطاها برحسب نوع برای وظایف سرمهندس، سرپرست و اپراتور

ردیف	وظیفه شغلی	خطا در عمل	خطای بازرسی	خطای بازبایی	خطای ارتباطی	خطای انتخاب	تعداد خطاها بر حسب وظیفه	درصد خطاها بر حسب وظیفه
۱	اتخاذ تصمیم در مورد موقعیت غیرعادی (سرمدهندس)	۴	۲	۲	۲	۱	۱۱	۱۰/۷
۲	پیوستگی تولید (سرمدهندس)	۴	-	-	۲	۲	۸	۱۶/۵
۳	هماهنگی جهت امورات آموزش (سرمدهندس)	۵	-	-	-	۳	۸	۱۶/۵
۴	مطالعه وضعیت واحد (سرمدهندس)	۴	۲	-	-	-	۶	۸۷/۳
۵	امورات پرسنل (سرمدهندس)	۴	۲	-	-	۲	۸	۱۶/۵

۶	پایش واحد و مطالعه گزارشات (سرمهندس)	۱	۲	۱	۲	-	۶	۸۷/۳
۷	گزارشات شیفت (سرمهندس)	۴	-	-	۲	-	۶	۸۷/۳
۸	شرکت در جلسات (سرمهندس)	۵	-	-	۱	-	۶	۸۷/۳
۹	تحويل گرفتن شیفت (سرپرست)	۴	۲	-	-	۲	۸	۱۶/۵
۱۰	هماهنگی جهت رفع خطاها (سرپرست)	۵	۲	۲	۴	-	۱۳	۳۹/۸
۱۱	تحويل دادن شیفت (سرپرست)	۶	۲	-	-	-	۸	۱۶/۵
۱۲	نظارت و انجام امورات شیفت (سرپرست)	۴	۲	-	۲	-	۸	۱۶/۵
۱۳	ارتباط با اپراتور اتاق کنترل (سرپرست)	۳	۲	-	۱	-	۶	۸۷/۳
۱۴	صدور پروانه کار (سرپرست)	۲	۲	-	-	۴	۸	۱۶/۵
۱۵	ارتباط با اپراتور محلی (اپراتور)	۱	۱	۱	۱	-	۴	۵۸/۲
۱۶	ارتباط با سرپرست (اپراتور)	۳	۲	۱	۲	-	۸	۱۶/۵
۱۷	دریافت داده‌ها و دستورات (اپراتور)	۳	-	-	۳	-	۶	۸۷/۳
۱۸	پر کردن log sheet (اپراتور)	۶	-	-	۲	-	۸	۱۶/۵
۱۹	پایش و کنترل (اپراتور)	۳	۴	۱	-	-	۸	۱۶/۵
۲۰	کنترل علایم اخطار دهنده (اپراتور)	۶	۲	۲	-	۱	۱۱	۱۰/۷
	جمع تعداد برحسب نوع خطا	۷۷	۲۹	۱۰	۲۴	۱۵	۱۵۵	۱۰۰
	درصد برحسب نوع خطا	۶۸/۴۹	۷۱/۱۸	۴۵/۶	۴۸/۱۵	۶۸/۹	۱۰۰	

سطح ریسک مورد مطالعه نشان داد که ۷۲/۹ درصد «سطح ریسک قابل قبول بدون تجدید مربوط به» و ۱۶/۱۳ درصد مربوط به «سطح ریسک نامطلوب می‌باشد (نمودار ۴).



بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه مهمترین و مستعدترین وظایف شغلی نسبت به بروز خطای انسانی «هماهنگی جهت رفع مشکل (سرپرست)»، «کنترل علایم هشداردهنده (اپراتور)» و «تصمیم گیری در مورد شرایط غیرنرمال

(سرمهندس)» شناسایی شد. مطالعه سرنیواسان^۱ و همکاران در اتاق کنترل نشان داد پیشگیری از شکست شناختی^۲ باعث می‌شود از بروز خطای انسانی گردد (۷). مطالعه اتاق کنترل پالایشگاه نفت اصفهان

^۱ Srinivasan

^۲ Cognitive Failures

توسط حبیبی و همکاران نشان داد خطای عملکردی بیشترین سهم را در خطاهای شناسایی شده دارد (۲۲). در مطالعه مظلومی و همکاران بر روی پزشکان اورژانس بیمارستان بیشترین درصد خطا مربوط به «خطای عملکردی» و بیشترین درصد سطح ریسک بصورت «نامطلوب» ارزیابی شده است (۲۳). در مطالعه ارزیابی خطای انسانی فرایند جراحی آب مروارید چشم با تکنیک SHERPA توسط محمدمقام و همکاران ۲۲ درصد خطاهای شناسایی شده نامطلوب بودند و بیشترین نوع خطا عملکردی بود (۲۴). بررسی قاسمی و همکاران در اتاق کنترل پتروشیمی ۷۱ درصد خطاها را از نوع غیرقابل قبول نشان داد (۲۵). شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی در دستیاران تخصصی بخش اندودونتیکس دانشکده دندانپزشکی توسط دستاران و همکاران بیشترین نوع خطا را از نوع عملکردی با سطح ریسک نامطلوب ارزیابی کرد (۲۶). مطالعات فوق از نظر نوع خطا با مطالعه حاضر مطابقت داشت.

در شرایط نرمال اپراتورها توانایی انجام چندین وظیفه را بطور همزمان دارند، اما مواردی پیش می‌آید (شرایط اضطراری) که طبق اظهار نظر خود اپراتورها آنها مجبور هستند چندین کار را بطور همزمان انجام دهند (بیش از حد توان فردی)، در چنین وضعیت‌هایی نیاز به همکاری بین افراد می‌باشد. برای چنین شرایطی، استفاده از دستورالعمل‌های از پیش تهیه شده می‌تواند سودمند باشد.

اپراتورها بصورت شیفت کاری منظم ۸ ساعته (صبح، عصر و شب) می‌باشند، بجر سرمهندس شیفت که روزکار هستند، اما به دلایلی همچون اضافه کار یا انجام وظیفه به جای همکار در طی ماه چندین بار اتفاق می‌افتد که یک اپراتور بیش از یک شیفت در روز کار می‌کند که در واقع بصورت شیفت کار نامنظم می‌باشند، لذا جهت جلوگیری از شیفت کاری‌های نامنظم توجه به طراحی برنامه نوبت کاری امری ضروری می‌باشد.

انجام صحیح وظایف به تجربه و مهارت فرد در نحوه اجرای عملیات وابسته است. مسئولین باید به آموزش توجه ویژه ای داشته باشند. برنامه‌ریزی و زمان‌بند برای آموزش، بازآموزی و یادگیری منطبق با نیازهای شغلی و یا وظایف محوله تدوین و اجرا گردد تا بتوان از بروز بخشی از خطاهای احتمالی در اجرای وظیفه شغلی اپراتورها جلوگیری نمود. همچنین باید سیستم طوری طراحی شود که بتواند اپراتور را از انجام اعمال خطرناک باز دارد و نیز ساختار وظایف شغلی می‌بایست در ساده ترین حد ممکن تنظیم شوند تا از ایجاد فشار روانی روی افراد جلوگیری شود.

برنامه ریزی و اقدامات لازم برای حذف ریسک نامطلوب بخش‌هایی که شناسایی شده است الزامی بوده و موارد زیر جهت بهبود سطح ریسک پیشنهاد می‌گردد:

- تهیه و تدوین دستورالعمل‌های کاری برای شرایط اضطراری و عملیاتی جهت انجام کار ایمن و جلوگیری از انجام حادثه برای استفاده اپراتورهای اتاق کنترل.
- برگزاری دوره‌های آموزشی با استفاده از سیستم شبیه ساز جهت مهارت کارکنان و ارزیابی عملکرد ایشان در شرایط بحرانی در سیستم.
- تهیه و تدوین چک لیست‌هایی برای بازرسی و پایش تجهیزات کنترلی اتاق کنترل.
- ایجاد تغییرات لازم در نرم افزار کنترلی واحد به منظور جلوگیری از رخداد خطای انسانی در هنگام کنترل فرایند.
- تدوین برنامه‌هایی جهت کاهش استرس و دیگر مشکلات روحی بمنظور جلوگیری از غیبت از محل کار.

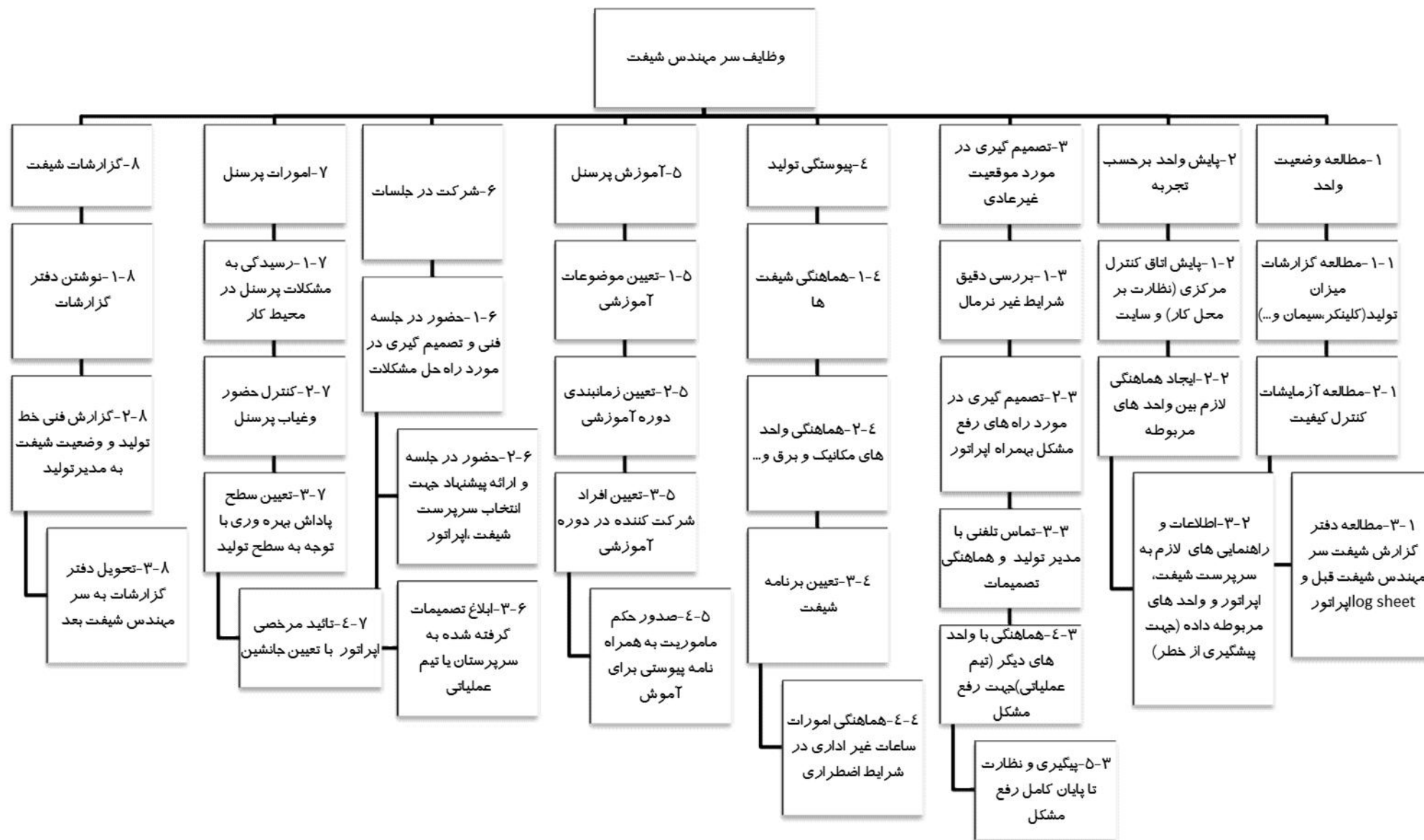
تشکر و قدردانی

نویسندگان برخود لازم می‌دانند از کلیه کسانی که در اجرای این طرح تحقیقاتی مشارکت و همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایند.

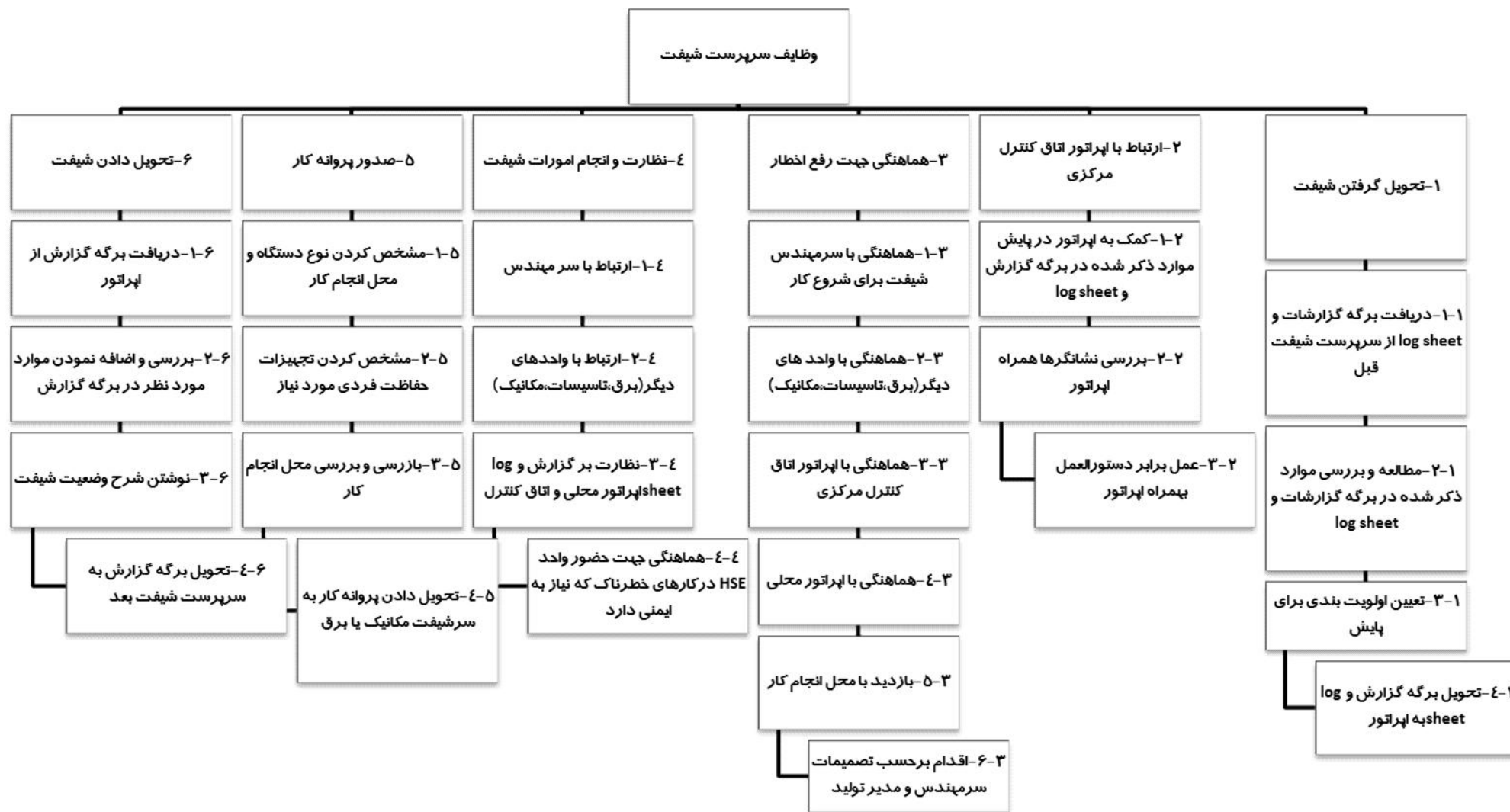
References

- 1- El-Taher A, Makhluif S, Nossair A, Halim AA. Assessment of natural radioactivity levels and radiation hazards due to cement industry. *Applied Radiation and Isotopes*. 2010;68 (1):169-74.
- 2- Hazrati S, Rezazadeh Azari M, Fazlzadeh M. Evaluation of Workers Exposure to Hexavalent Chromium Compounds in a Cement Industry. *Journal of Occupational and Environmental Health*. 2016;1 (1):35-40.
- 3- Pouya AB, Habibi E. The comparative study of evaluating human error assessment and reduction technique and cognitive reliability and error analysis method techniques in the control room of the cement industry. *International Journal of Environmental Health Engineering*. 2015;4 (1):14.
- 4- Ivergard T, Hunt B. *Handbook of control room design and ergonomics: a perspective for the future*: CRC Press; 2008.
- 5- Shappell SA, Wiegmann DA. *A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system*: Ashgate Publishing, Ltd.; 2012.
- 6- Kangavari M, Saranjam B, Mohammadpour H, Ranjbarian M, Teimori G, Mehri A. Investigating Prevalence and Factors Associated with Shift Work Disorder in Nurses of Selected Hospitals of Shahid Beheshti University of Medical Sciences in 2014. *Journal of Occupational and Environmental Health*. 2016;1 (1):50-7.
- 7- Kodappully M, Srinivasan B, Srinivasan R. Towards predicting human error: Eye gaze analysis for identification of cognitive steps performed by control room operators. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2016;42:35-46.
- 8- Verma S, Chaudhari S. *Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction*. Safety and Health at Work. 2017.
- 9- Baysari MT, Caponecchia C, McIntosh AS, Wilson JR. Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: A comparison of two human error identification techniques. *Safety Science*. 2009;47 (7):948-57.
- 10- Hazrati S SB, Rastgho L, Babaei Pouya A. Occupational Health and Safety Climate Assessment and Factors affecting it in Small Workshops Ardabil. *Journal of Occupational and Environmental Health*. 2016;2 (3):220-6.
- 11- Laidoune A, Gharbi MEHR. Analysis testing of sociocultural factors influence on human reliability within sociotechnical systems: the Algerian oil companies. *Safety and health at work*. 2016;7 (3):194-200.
- 12- Jonson C-O, Rosenqvist S, Forsberg R, Aléx J, Prytz E. Hierarchical Task Analysis as a Method to Support Emergency Response Planning. *Prehospital and Disaster Medicine*. 2017;32 (S1):S19-S20.
- 13- Jahangiri M, Hoboubi N, Rostamabadi A, Keshavarzi S, Hosseini AA. Human error analysis in a permit to work system: a case study in a chemical plant. *Safety and health at work*. 2016;7 (1):6-11.
- 14- Demirel D, Butler KL, Halic T, Sankaranarayanan G, Spindler D, Cao C, et al. A hierarchical task analysis of cricothyroidotomy procedure for a virtual airway skills trainer simulator. *Am J Surg*. 2016;212 (3):475-84.
- 15- Embrey D, editor *SHERPA: A systematic human error reduction and prediction approach*. Proceedings of the international topical meeting on advances in human factors in nuclear power systems; 1986.
- 16- Lane R, Stanton NA, Harrison D. Applying hierarchical task analysis to medication administration errors. *Applied ergonomics*. 2006;37 (5):669-79.
- 17- Joice P, Hanna G, Cuschieri A. Errors enacted during endoscopic surgery—a human reliability analysis. *Applied ergonomics*. 1998;29 (6):409-14.
- 18- Stanton NA, Young MS, Salmon P, Marshall A, Waldman T, Dekker S. Predicting pilot error: assessing the performance of SHERPA. *Human Decision Making and Control*. 2002:47-51.
- 19- Tavakoli Zadeh J HR, Beheshti M.H, Mohammad Zadeh F, Izanloo M. Relationships between Personality Characteristics, Demographic Factors and Occupational Stress among Nurses. *Journal of Occupational and Environmental Health*. 2016;2 (3):227-37.
- 20- Stanton NA. Hierarchical task analysis: Developments, applications, and extensions. *Applied ergonomics*. 2006;37 (1):55-79.

- 21- Fazli Z KS, Sajedifar J, Goli F, Zendedel R. Occupational and Environmental Risk Assessment of Inhalation Exposure to Hexavalent Chromium for Cancerous Effects. *Journal of Occupational and Environmental Health*. 2016;2 (3):181-90.
- 22- Habibi EA, Gharib SA, Mohammadfam I, Rismanchian M. Human error assesment and management among Isfahan oil refinery control room operators by SHERPA technique. 2011.
- 23- mazlomi a, kermani a, naslesraji j, ghasemzade f. Identification and evaluation of human error using SHERPA method in emergency physicians working in Amiralmomenin Hospital in Semnan. *Occupational Medicine*. 2013;5 (3):67-87.
- 24- Mohammadfam I, Saeidi C. Evaluating human errors in cataract surgery using the SHERPA technique. *iehfs*. 2015;2 (4):41-7.
- 25- Ghasemi M, Saraji G, Zakerian A, Azhdari M. Control of human errors and comparison of risk levels after correction action with the SHERPA method in a control room of petrochemical industry. *Iran Occupational Health*. 2011;8 (3).
- 26- Dastaran S, Hasheinejhad N, Shahravan A, Baneshi M, Faghihi A. Identification and Assessment of Human Errors in Postgraduate Endodontic Students of Kerman University of Medical Sciences by Using the SHERPA Method. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2016;2 (4):44-51.



نمودار ۲. آنالیز شغلی به شیوه HTA برای وظایف سرپرست شیفت



نمودار ۳. آنالیز شغلی به شیوه HTA برای وظایف اپراتور اتاق کنترل مرکزی

